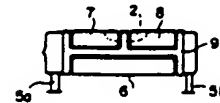
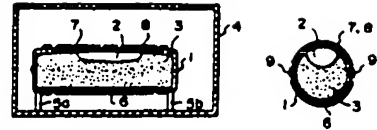


**(54) TILT ANGLE MEASURING APPARATUS**

(11) 61-148321 (A) (43) 7.7.1986 (19) JP  
(21) Appl. No. 59-270462 (22) 21.12.1984  
(71) TOKYO OPTICAL CO LTD (72) NOBUO HORI(2)  
(51) Int. Cl. G01C9/24, G01C9/06

**PURPOSE:** To enable highly accurate measurement of tilt angle, by arranging first~third electrodes composing a capacitor and a guard electrode surrounding all of these electrodes on the wall surface of a container holding a liquid with a single bubble having a convexly curved surface on the top thereof.

**CONSTITUTION:** A container 1 made of insulating material such as glass has a bubble tube filled with a low-viscosity liquid 3 so as to form a single bubble 2. The container 1 is so arranged as to have a curved surface with a curvature along the length thereof on the upper inner surface thereof and supported in a shield case 4 with leg members 5a and 5b. A first electrode 6 is provided on the outer surface of the container 1 in the range of about 170° below the central portion corresponding to about two-third of the overall length-wise length and a second electrode 7 and a third electrode 8 in the range of about 170°& thereabove facing the electrode 6 as separated from each other. In addition, a guard electrode 9 surrounding the electrodes 6~8 is provided. The tilt angle can be measured at a high accuracy from the capacity of capacitors composed of the electrodes 6 and 7 and 6 and 8.



⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭61-148321

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和61年(1986)7月7日

G 01 C 9/24  
9/06

7119-2F  
7119-2F

審査請求 未請求 発明の数 1 (全6頁)

⑮ 発明の名称 傾斜角測定装置

⑯ 特 願 昭59-270462

⑰ 出 願 昭59(1984)12月21日

⑱ 発 明 者	堀 信 男	東京都板橋区蓮沼町75番1号	東京光学機械株式会社内
⑲ 発 明 者	横 倉 隆	東京都板橋区蓮沼町75番1号	東京光学機械株式会社内
⑳ 発 明 者	大 友 文 夫	東京都板橋区蓮沼町75番1号	東京光学機械株式会社内
㉑ 出 願 人	東京光学機械株式会社	東京都板橋区蓮沼町75番1号	
㉒ 代 理 人	弁理士 中 村 稔	外3名	

#### 明 細 書

1. 発明の名称 傾斜角測定装置

2. 特許請求の範囲

(1) 上方に凸な湾曲面を有し、単一気泡を存在させて液体を容れた容器と、該容器の壁面上に上記気泡と対向するように設けた第1電極と、該第1電極と対向する位置に対をなして容器の傾斜による気泡の移動方向に並んだ第2電極及び第3電極と、上記第1電極ないし第3電極のいずれをも取囲むように設けられたガード電極とを有し、第1電極と第2電極及び第1電極と第3電極によって形成されるコンデンサの容量から傾斜を求めることを特徴とする傾斜角測定装置。

(2) 上記第1電極と、第2電極及び第3電極とのいずれか一方が容器の上面に設けられ、他方が下面に設けられた特許請求の範囲第1項に記載の傾斜角測定装置。

(3) 上記第1電極ないし第3電極のいずれもが容器の側面に設けられた特許請求の範囲第1項に記載の傾斜角測定装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は傾斜角測定装置、さらに詳しくは、上面又は側面に配置した電極間に気泡管を配置し、上記気泡管の気泡の移動に伴う電極間の静電容量の変化を電気信号に変換して傾斜角を測定するための装置に関する。

(従来技術)

地盤や建造物の水平部の傾斜角の測定には、古くから、気泡管の上面を一定の曲率を持って形成し、気泡管の傾斜変化に伴う気泡の移動を該気泡管の上面に設けた目盛によって読取る装置が使用されている。

一方、傾斜角を電気信号として検出する装置としては、第7図に示すように気泡管80の下面に共通電極81を配置し、上面の気泡の移動方向に沿って2つの電極82、84を配置して、電極81、82及び電極81、84によって2つのコンデンサを形成したいわゆる静電容量型の傾斜角測定装置が特開昭53-59461号公報によ

は14のいずれかに流れる。また漏れ抵抗 $r_1$ 、 $r_2$ 、浮遊容量 $C_{11}$ 、 $C_{12}$ には電流が流れるが、オペアンプOPの出力インピーダンスがこれらに比べて充分小さいので出力Bの電圧には影響しない。

本発明を適用した傾斜角測定装置のブロック図を第5図に示す。静電容量検知部は第5図において20で示す。この傾斜角測定装置は、発振部30と、カウンタ部42と、クロックパルス発生器44と、発振部30内のアナログスイッチ33、34を制御し、かつカウンタ部42からの出力により傾斜角を演算するコンピュータ部46と、コンピュータ部46の出力を表示する傾斜角表示部48とからなる。

発振部30は積分部32及びシュミットトリガ部36から構成される。本実施例において積分部32は静電容量検知部20で形成されるコンデンサ13、14と、アナログスイッチ33、34と、オペアンプOPと、抵抗35とからなり、オペアンプOPの⊕端子には回路構成上簡略化のため基準電圧として(第4図例に示すGND)第6図①

に示すシュミットトリガ部36のインバータ37のスレッシュホールドレベル $V_T$ と等しい電圧が加えられ、一方⊖端子には抵抗35及びコンデンサ13、14のそれぞれ一方の端子が接続されることにより抵抗35の他方の端子に入力される電圧に対し積分動作を行う。

ここで積分動作はコンピュータ部46の制御により、アナログスイッチ33、34で選ばれたコンデンサ13または14の容量に従う。このオペアンプOPの出力は第6図②に示される。またガード電極9は、オペアンプOPの⊕入力端と接続され安定した上記基準電圧が与えられる。

シュミットトリガ部36は、抵抗39、インバータ37、38を直列に接続し、インバータ38の出力端子は抵抗40を介してインバータ37の入力端子に接続して構成される。この構成によって積分部32の出力は、抵抗39及び抵抗40とで分圧されてインバータ37に入力され、この電圧がスレッシュホールドレベル $V_T$ と一致するとインバータ37の出力が反転し、続いてインバータ

38の出力も反転する。従ってインバータ37の入力信号は第6図③として、またインバータ38の出力信号は第6図④に示す様に現われる。

発振部30の出力信号でもある第6図④に示す出力信号は、その周期 $T$ が $T = K_1 \cdot R_1 \cdot C$ によって決定され、従って周期 $T$ は発振部30に接続されたコンデンサの容量 $C$ に比例する。ここで、 $K_1$ は定数、 $R_1$ は抵抗35の抵抗値を示す。

クロックパルス発生器44は発振部30の出力周期 $T$ より短い同期 $T_0$ のクロックパルスを出してカウンタ部42に出力する。カウンタ部42は発振部30の出力パルスが所定数(例えば256パルス)入力する間のクロックパルス発生器44からのクロックパルスの計数を行う。このカウンタ部42はコンピュータ部46から受けとるアナログスイッチ33、34の切換タイミングを示す信号に応じて計数値を出力しかつリセットするため、アナログスイッチ33または34によって選択されたコンデンサ13又は14の容量に比例した計数値 $N_1$ 、 $N_2$ を得、これをコンピュータ部

46へ出力する。

コンピュータ部46はカウンタ部42からの計数値 $N_1$ 、 $N_2$ より傾斜角 $\theta$ を演算する。傾斜角 $0^\circ$ のときのコンデンサ13、14の容量値を $C_0$ 、比例定数を $r$ 、コンデンサ13が接続されたときの発振部30の出力の周期を $T_1$ 、コンデンサ14が接続されたときの発振部30の出力の周期を $T_2$ 、コンデンサ13、14の容量値を $C_1$ 、 $C_2$ とすると、周期 $T_1$ の発振部30の出力をカウンタ部42が計数したときの計数値が $N_1$ 、周期 $T_2$ の発振部30の出力をカウンタ部42が計数したときの計数値が $N_2$ であるから、この計数値 $N_1$ 、 $N_2$ は、

$$N_1 = \frac{T_1}{T_0} = \frac{KR_1}{T_0} C_1 = \frac{KR_1}{T_0} (r \cdot \theta + C) \quad (1)$$

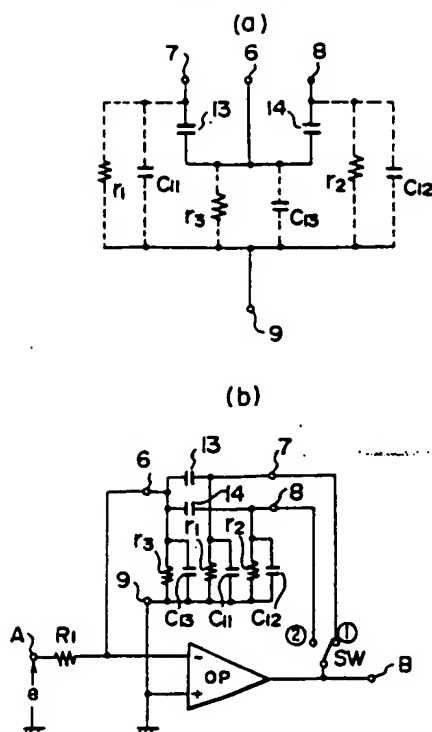
$$N_2 = \frac{T_2}{T_0} = \frac{KR_2}{T_0} C_2 = \frac{KR_2}{T_0} (-r \cdot \theta + C) \quad (2)$$

となる。

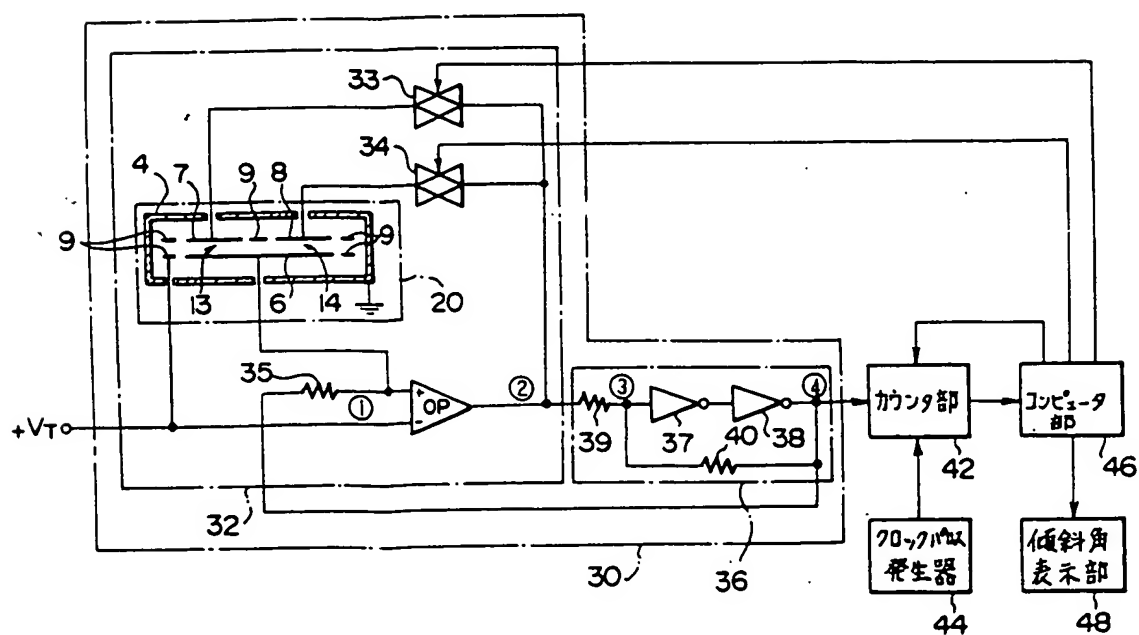
そこで(1)(2)式から傾斜角 $\theta$ は

$$\theta = \frac{T_0}{2KR_1 r} (N_1 - N_2) \quad \text{で求める。}$$

第 4 図



第 5 図



っている。

上記の構成の水準器は、以下のように動作する。第1図に示した気泡管本体10において、光源24から取付け平面18の中心に向かって光を照射すると、照射された光は、気泡管本体10を透過し、液封入管部12に封入された液体14中を散乱しながら進み、気泡16の部分を通して、さらに気泡管本体10を透過し、その透過光が一对の受光素子20、22にそれぞれ入射する。また、第3図に示した気泡管本体10'においては、光源24から照射され、気泡管本体10'、液封入管部12の気泡16の部分及び液体14を通過した光は、反射鏡面30で反射され、その反射光が再び気泡管本体10'、液封入管部12の液体14及び気泡16の部分を通して、その透過光が一对の受光素子20、22にそれぞれ入射する。そして、両受光素子20、22に入射した光は、各受光素子20、22においてその光量に応じた大きさの電流に変換され、その各出力信号が比較演算器26へ送られる。比較演算器26では、両信号が比較されて、

両信号の差分もしくは比率より水平線に対する気泡管本体10の傾きが演算される。そして、比較演算器26から表示部28へ信号が送られ、測定結果が、表示部28の水平表示部32又は左右の傾れ角表示部34、36のいずれかによって点灯表示される。

この発明に係る水準器は、上記したような構成を有しているが、この発明の範囲は、上記説明並びに図面の内容によって限定されるものではなく、要旨を逸脱しない範囲で種々の変形例を包含し得る。例えば、マイクロコンピュータやデジタル表示器を組み込むことにより、デジタル式水準器として構成することができる。

#### 〔発明の効果〕

この発明は以上説明したように構成されかつ作用するので、土木・建築作業等において水平線や水平面を求めるに際し、この発明に係る水準器を使用するときは、測定結果に誤差や個人差が出たりすることがなく、瞬時に正確な測定結果を得ることができることから、作業の正確

さが保証されるとともに、作業効率が向上する。また、この水準器は、機械的な可動部分がなく、機械的な振動や衝撃に強いことから、広汎な分野において使用できるといった利点もある。

そして、この水準器の気泡管本体の液封入管部に封入される液体を着色液体とするときは、一層正確な測定が行なわれるので、作業の正確さが一層向上する。

また、この水準器の比較演算器に温度補正回路を付設するときは、周囲の温度が変化してもそれが補償され、測定結果の信頼性が向上する。

さらにまた、この水準器の比較演算器に感度切換え回路を付設するときは、従来の気泡管式水準器に比べて便利で使い易い。

#### 4 図面の簡単な説明

第1図は、この発明に係る水準器の要部の構成の1例を示す縦断面図、第2図及び第3図はそれぞれ、同じく別の構成例を示す縦断面図、第4図は、この水準器の概略構成を示すブロック図、第5図は、この水準器の外観構成の1例

を示す斜視図、第6図は、同じく別の例を示す斜視図である。

- |            |             |
|------------|-------------|
| 10…気泡管本体、  | 12…液封入管部、   |
| 14…液体、     | 16…気泡、      |
| 18…取付け平面、  | 20、22…受光素子、 |
| 24…光源、     | 26…比較演算器、   |
| 28、46…表示部、 | 30…反射鏡面、    |

代理人 井理士 間 宮 武



